

4. Übung

Wellenausbreitung im Dehnstab mit linearer Verschiebungsrandbedingung

Ein Dehnstab der Länge $l = 1$ m mit der Querschnittsfläche $A = 100$ cm² ist am linken Rand fest gelagert und am rechten Ende mit einer Verschiebungsrandbedingung $\bar{u}(t)$ versehen (s. Abb. 1). Das Material des Stabs ist Stahl mit der Dichte $\rho = 7850$ kg/m³ und dem E-Modul $E = 210000$ N/mm².

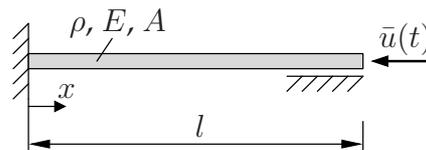


Abb. 1: Linksseitig eingespannter Dehnstab mit Verschiebungsrandbedingung $\bar{u}(t)$

Der Stab soll mit einer konstanten Geschwindigkeit $v_0 = 10$ m/s solange axial deformiert werden, bis die entstehende Schallwelle den Stab viermal durchlaufen hat.

- Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit c für den Dehnstab mit den oben angegebenen Materialparametern und bestimmen Sie damit die Rechenzeit t_{end} für die vier Durchläufe der Schallwelle entlang des Dehnstabs.
- Erstellen Sie das FE-Modell des Dehnstabs im FE-Programm FEAP und verwenden Sie für die Diskretisierung des Stabs den Elementtyp TRUSSs. Die räumliche Diskretisierung soll so gewählt werden, dass die Knotenabstände äquidistant sind.
- Verwenden Sie für die implizite, zeitliche Diskretisierung des transienten Problems das NEWMARK-Verfahren und achten Sie insbesondere auf die Zeitschrittweite im Zusammenhang mit der Elementgröße.
- Modellieren Sie die Verschiebungsrandbedingung am rechten Rand so, dass der Stab in der Zeit der vier Durchläufe der Schallwelle mit der konstanten Geschwindigkeit $v_0 = 10$ m/s deformiert wird.
- Werten Sie die Spannung σ_x für jedes Element entlang des Stabs in Abhängigkeit der Zeit aus und stellen Sie den Spannungsverlauf über der Stabachse zu den Zeitpunkten $t_1 = 0.4 l/c$, $t_2 = 0.6 l/c$, $t_3 = 1.4 l/c$, $t_4 = 1.6 l/c$, $t_5 = 2.4 l/c$, $t_6 = 2.6 l/c$, $t_7 = 3.4 l/c$ und $t_8 = 3.6 l/c$ dar.